

de culture bien conduites on aura reconnu et circonscrit, dans leurs formes extérieures et générales, les espèces, les races et les variétés, l'anatomie pourra intervenir à son tour et fournir un utile contrôle. Appliquées prématurément à des objets mal définis, incertains, les recherches anatomiques ne feraient qu'augmenter une confusion déjà trop grande.

Ma conviction est que l'étude des *Rubus*, livrée à peu près jusqu'ici aux hasards des premiers tâtonnements, entre dans une phase nouvelle, plus rigoureuse, plus scientifique, mais aussi plus ardue. Nous n'en pouvons prévoir que très confusément les résultats.

M. Mer fait à la Société la communication suivante :

LE BALAI DE SORCIÈRE DU SAPIN; par M. **Émile MER.**

Depuis cinquante ans environ, on sait que les singulières déformations des branches de Sapin connues sous les noms de *Balais de Sorcière* en France et de *Hexenbesen* en Allemagne sont dues à l'action d'un Champignon parasite de la famille des Urédinées : l'*Œcidium elatinum*. On connaissait aussi depuis longtemps les tumeurs souvent volumineuses qui envahissent le tronc et les branches des Sapins et que l'on nomme *Chaudrons* dans les Vosges, *Borges* dans le Jura et *Krebs* en Allemagne; mais on ne savait quelle en était la cause. On ignorait par conséquent qu'il existât une relation entre les deux maladies. En 1860, Mathieu, se fondant, d'une part sur l'analogie d'aspect que présente avec le Chaudron la tumeur qui supporte le Balai de Sorcière, et d'autre part sur la présence à la surface de certains Chaudrons de branches desséchées, semblables à celles des Balais, émit l'avis que ceux-ci donnent naissance aux Chaudrons (1). En 1867, de Bary confirma cette opinion, après avoir reconnu que le Chaudron renferme dans ses tissus (écorce, liber et bois) des filaments mycéliens ayant la plus grande ressemblance avec ceux du Balai de Sorcière (2). Il ne put cependant établir, d'une manière directe et par suite péremptoire, la relation entre les deux maladies, puisque, malgré de nombreuses tentatives, il ne parvint ni à faire fructifier le Champignon produisant le Chaudron, ni à produire des Balais de Sorcière par l'inoculation sur les bourgeons de Sapin des spores d'*Œ. elatinum*. A cet égard la question n'est pas plus avancée aujourd'hui et l'on continue à penser, avec de

(1) *Flore forestière*, 2^e édit., p. 363 et 364.

(2) *Botanische Zeitung*, 1867.

Bary, que le parasite est hétéroïque et que ses urédos et ses téléuto-spores apparaissent sur une plante encore indéterminée. Une erreur a cependant été rectifiée. Après qu'on eut constaté l'analogie entre la tumeur du Balai de Sorcière et le Chaudron, on supposa que tout Chaudron avait auparavant été un Balai de Sorcière; de Bary pensait que le Chaudron du tronc était dû à un Balai qui se serait développé soit sur un bourgeon axillaire, soit sur un bourgeon dormant de la flèche d'une des pousses les plus jeunes de l'axe. En croyant que tout Chaudron a primitivement été un Balai, on allait trop loin; on ne tarda pas à reconnaître que, dans bien des cas, dans la plupart même, les Chaudrons n'ont pas été des Balais.

Maintenant on admet que, si les deux affections sont dues au même parasite, c'est par un processus différent et à la suite d'une attaque sur des organes différents aussi. On est d'accord pour regarder le Balai de Sorcière comme provenant de l'infection d'un bourgeon par l'*OE. elatinum*, et le Chaudron comme résultant le plus souvent de la germination d'une spore sur l'écorce de la flèche ou d'une jeune pousse, à la faveur probablement d'une lésion quelconque. Dans quelques cas seulement, le Chaudron serait un Balai dont les pousses auraient fini par se dessécher et tomber (1).

De Bary, dans son Mémoire, donne quelques détails sur la structure du Balai de Sorcière et du Chaudron, mais il ne le fait qu'à titre accessoire et témoigne le regret de n'avoir pu donner plus de développement à cette recherche. Je ne sache pas qu'à cet égard nos connaissances aient été complétées depuis lors; c'est cette lacune que j'ai essayé de combler. En faisant l'anatomie du Balai de Sorcière et celle du Chaudron, j'ai trouvé entre ces deux tumeurs des caractères frappants de ressemblance qui viennent corroborer l'opinion qu'ont émise Mathieu et de Bary, en se basant le premier sur l'aspect extérieur des tumeurs et le second sur l'examen du parasite. Cette étude, comme celle de tous les tissus pathologiques, offre du reste un grand intérêt au point de vue de la physiologie générale; en la poursuivant, j'ai eu l'occasion de constater un certain nombre de faits relatifs à l'allure du parasite, lesquels, je crois, n'ont pas encore été signalés. Je ne m'occuperai dans cette communication que du Balai de Sorcière.

Le premier caractère auquel on reconnaît qu'un bourgeon a été envahi par l'*OE. elatinum* est une hypertrophie plus ou moins prononcée et plus ou moins étendue du rameau qui en provient, accompagnée d'une courbure accentuée vers le ciel, ainsi qu'il arrive généralement dans

(1) R. Hartig, *Lehrbuch der Bäumkrankheiten*, 1889.

les régions qui sont le siège d'une nutrition active. Quand le parasite attaque le bourgeon terminal d'une branche, il ne produit pas tout de suite cette exubérance de rameaux qui caractérise le Balai de Sorcière. De l'attaque il résulte d'abord une tuméfaction partielle de la pousse issue du bourgeon, ainsi que de celles qui proviennent des bourgeons latéraux, en même temps qu'une déformation des feuilles qui s'y insèrent. La première année, le nombre de pousses est rarement accru; souvent même l'hypertrophie de la région attaquée n'est que partielle et il n'est pas rare d'y rencontrer un certain nombre de feuilles normales. Du reste, les effets varient beaucoup; voici quelques cas que j'ai relevés, à l'automne dernier, dans un vallon humide où presque tous les Sapins croissant en sous-étage avaient quelques-unes de leurs branches atteintes par le parasite.

Premier cas. — La pousse provenant de l'évolution du bourgeon terminal de l'année précédente était tuméfiée, dans sa moitié inférieure seulement; sur cette partie s'inséraient d'un côté des feuilles déformées, de l'autre des feuilles normales. L'un des deux bourgeons latéraux avait produit une pousse saine, tandis que de l'autre était issue une pousse entièrement pathologique; enfin l'extrémité de la pousse de l'année précédente était aussi tuméfiée.

En s'installant à l'extrémité d'une pousse, le parasite peut donc épargner un ou deux des bourgeons; il peut envahir toute la pousse formée par le développement du bourgeon infecté, comme il peut n'en envahir qu'une portion plus ou moins restreinte. Le premier cas se présente quand le développement du mycélium est aussi rapide que celui de la pousse, et le deuxième cas quand son développement est moins rapide ou s'arrête à un moment donné pour une cause quelconque (1). Enfin le mycélium peut pénétrer dans toutes les feuilles de la région envahie, ou seulement dans quelques-unes; il ne parvient sans doute à les contaminer que quand elles sont en voie de développement.

Deuxième cas. — La base de la pousse principale de 1891 et l'extrémité de celle de 1890 étaient tuméfiées. Sur la tumeur s'insérait une des pousses latérales de 1891, laquelle était indemne; l'autre avait été attaquée et était déjà morte. En même temps une pousse infectée s'était développée en 1892 sur la tumeur; mais le sommet de la pousse de 1891,

(1) Il se produit ici un effet analogue à celui qui se manifeste dans l'attaque du *Vaccinium Vitis-idaea* par le *Melampsora Gæppertiana* où l'extrémité de chaque pousse est préservée du parasite sur une longueur de quelques millimètres, parce que la croissance de l'organe a été plus rapide que l'extension du mycélium.

ainsi que les trois pousses (une terminale et deux latérales) issues des bourgeons terminaux de 1891, étaient entièrement indemnes.

On voit que le parasite peut, à un certain moment, cesser de se propager suivant l'axe et que des pousses normales peuvent continuer à se former au delà de la tumeur et même prendre naissance sur celle-ci. Si ces pousses viennent à périr et à tomber, on se trouve en présence d'un petit Chaudron ; telle est certainement l'origine de bien des Chaudrons sur branches.

Sur un rameau vigoureux qui grossit rapidement, le parasite se développe moins vite que lui et ne parvient qu'à la longue à en faire le tour. Les pousses normales situées au delà continuent à vivre et à en produire d'autres. Mais, quand les branches sont peu vigoureuses, le mycélium arrive promptement à les embrasser, et les pousses qui se trouvent plus loin périssent avant que la tumeur ait pu acquérir de grandes dimensions. Aussi, dans les localités telles que les vallées encaissées et humides où l'*OE. elatinum* est répandu, voit-on souvent, sur les branches basses des Sapins dominés, des tumeurs sèches variant de la grosseur d'un pois à celle d'une noisette. Ce sont de petits Chaudrons arrêtés dans leur développement ; leur structure anatomique est en effet la même que celle des Chaudrons et la disposition du mycélium y est identique.

Troisième cas. — Dans l'exemple précédent, les pousses qui s'étaient formées au delà de la tumeur avaient des dimensions normales ; mais il peut arriver qu'elles restent très exiguës et ne portent que des feuilles rudimentaires. C'est ce qui se présentait dans l'exemple suivant : le bourgeon terminal et les deux bourgeons latéraux avaient formé en 1891 des pousses tuméfiées sur lesquelles, parmi les feuilles contaminées déjà tombées pour la plupart, se trouvaient d'autres feuilles normales. Les pousses de l'année faisant suite aux précédentes étaient toutes indemnes, mais très réduites dans leurs dimensions : effet dû à la fois à l'influence du parasite qui ralentit toujours la végétation des parties situées au delà de la tumeur ; ainsi qu'au peu de vigueur de la branche, antérieurement même à l'attaque.

Les feuilles contaminées apparaissent à peu près à la même époque que les feuilles normales. Dans les Vosges, elles se couvrent de fructifications (*Oecidium* et spermogonies) dans le mois de juin ; la dissémination des spores a lieu pendant ce mois ainsi que pendant le mois suivant. Cette dissémination s'opère du reste pendant une assez longue période ; il en est de même du desséchement et de la chute des feuilles. On sait, en effet, que celles-ci sont caduques ; ce qui tient à ce qu'elles sont frappées de mort par le mycélium. C'est ce qui arrive aux feuilles

de Sapin dans plusieurs affections parasitaires (1); mais la chute se produit souvent à plusieurs mois d'intervalle suivant les rameaux. Tandis que certains d'entre eux sont complètement effeuillés dès le mois d'août, d'autres portent encore quelques feuilles au mois d'octobre; cela dépend sans doute de l'intensité de l'attaque et du degré de résistance de l'organe (2).

Dans les exemples que je viens de signaler, la vitalité de la tumeur est toujours assez courte (2, 3, 4 ans). Quand l'*OE. elatinum* attaque un bourgeon appartenant à un rameau vigoureux, la tumeur vit plus longtemps et se couvre d'un grand nombre de pousses secondaires dont les unes meurent les années suivantes, tandis que d'autres se ramifient. C'est à ce genre de production qu'on a donné plus spécialement le nom de Balai de Sorcière, parce qu'il a plus frappé l'attention que les simples tuméfactions de branches dont il vient d'être question. Je vais examiner la structure des diverses parties qui le constituent.

Feuille. — On sait que la feuille normale de Sapin présente à la face supérieure un canalicule au-dessus de la nervure et un bourrelet longitudinal au-dessous. Dans la feuille attaquée par l'*OE. elatinum*, canalicule et bourrelet sont à peine accusés; la section transversale est à peu près celle d'un ovale effilé aux deux extrémités, les canaux résineux sont étroits; les cellules scléreuses hypodermiques font complètement défaut. Sous l'épiderme se trouve une rangée de cellules rondes à mince paroi, renfermant de la chlorophylle. Le parenchyme palissadique n'existe pas; il est remplacé par des cellules arrondies, plus grandes que celles qui se trouvent sous l'épiderme. Les cellules situées plus profondément ont la même forme, mais sont plus volumineuses. Les grains de chlorophylle y sont disséminés: voilà pourquoi ces feuilles ont une teinte vert pâle. Elles renferment une assez grande quantité d'amidon, même en octobre, époque où les feuilles de Sapin

(1) Cette chute consécutive à la mort est plus ou moins rapide suivant les maladies. Ainsi elle est très prompte pour les feuilles qu'envahit au mois de juillet et d'août l'*Æcidium columnare*, lente au contraire pour celles qui sont envahies par l'*Hypoderma nervisequum*. De Bary cite l'exemple de feuilles de Balai de Sorcière n'ayant pas porté de fructifications et ayant persisté pendant l'hiver. Je n'ai pas rencontré de fait semblable; il est vrai que toutes les feuilles observées par moi jusqu'à présent portaient des fructifications.

(2) J'ai eu, mais deux fois seulement, l'occasion de rencontrer, au mois de juin et dans des années différentes, une feuille normale de Sapin couverte d'*Æcidium* alignés de chaque côté de la nervure et tout à fait semblables à ceux qu'on remarque sur les feuilles des Balais de Sorcière; les spores paraissaient identiques. Ni la feuille, ni le rameau sur lequel elle était insérée n'étaient déformés. Je n'ai pu rattacher cette rouille à aucune espèce signalée; ce n'était certainement pas le *Cœoma Abietis pectinatae*. Était-ce l'*Æ. elatinum* qui se serait développé sur une feuille quand les tissus de celle-ci n'étaient déjà plus assez jeunes pour être déformés?

n'en contiennent généralement plus depuis quelque temps. Le tanin y est aussi plus abondant que dans les feuilles normales; le parenchyme foliaire est traversé par de nombreux filaments mycéliens.

On sait que, sur les branches normales de Sapin, les feuilles de la face inférieure se redressent de chaque côté, de sorte qu'elles paraissent n'être insérées que sur la face supérieure et les côtés du rameau; dans le Balai de Sorcière, les feuilles sont disposées sur tout le pourtour des branches. On serait porté à croire que cette disposition tient à ce que celles-ci sont plus ou moins verticales; mais elle se remarque aussi sur celles d'entre elles qui sont horizontales ou faiblement inclinées.

Rameaux. — Ils se distinguent tout de suite par une épaisseur anormale de l'écorce et surtout du liber; ce qui les rend mous et flexibles. L'écorce est formée de grandes cellules arrondies, lâchement unies, entremêlées de poches résinifères à contour irrégulier. Les filaments mycéliens sont plus rares, mais plus épais dans l'écorce et le liber des branches que dans les feuilles; ils traversent les cellules ou les contournent, envoyant dans leur intérieur des suçoirs.

Le bois est formé de couches minces à trachéides étroites, les zones de printemps et d'été sont cependant assez distinctes; on y observe quelquefois la présence de canaux résineux assez rares, mais bien nets, entourés de cellules annexes amylofères; les canaux se trouvent généralement à la limite de la zone de printemps avoisinant celle d'été. Le bois normal de Sapin ne renferme pas de canaux résineux; c'est le principal caractère auquel on peut le distinguer du bois d'Épicéa avec lequel il offre d'ailleurs beaucoup de ressemblance (1).

On sait que les rameaux du Sapin et des Conifères en général ont la moelle excentrique, leurs anneaux ligneux étant plus étroits à la face supérieure qu'à la face inférieure. Sur cette dernière ils sont constitués par un tissu spécial auquel j'ai donné le nom de bois rouge (2); ce tissu se distingue du bois normal par des trachéides à section circulaire, à parois épaisses et à lumen étroit. De même que l'excentricité de la moelle, il est moins apparent dans les branches du Balai de Sorcière, parce que celles-ci se trouvent toujours plus ou moins dressées vertica-

(1) Dans d'autres cas pathologiques, le bois de Sapin présente encore des canaux résineux: par exemple, dans les bourrelets résultant de traumatismes et jusqu'à une certaine distance des plaies.

(2) *Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, t. CIV, pp. 376-379. — Le bois rouge se remarque en général dans des circonstances où la nutrition est plus active sur un côté d'un organe (axe ou branches) que sur le côté opposé. C'est ainsi qu'on en constate la présence à la base des troncs d'arbres dont la moelle est devenue excentrique à cause d'un trop grand rapprochement, dans les courbures de branches de remplacement à la suite des ruptures de flèche, etc.

lement ; sur celles qui sont un peu inclinées, on observe à la face inférieure la présence du bois rouge, en même temps que l'excentricité de la moelle.

Tumeur basilaire. — Les branches principales qui constituent le Balai de Sorcière s'insèrent toujours sur un renflement plus ou moins accentué. Bien que les couches ligneuses y acquièrent un grand développement, l'écorce et le liber en ont un plus grand encore, aussi le rapport cortico-ligneux y est-il plus élevé que dans une branche normale. Assez souvent, soit au début de la zone de printemps, soit dans la zone d'été, on voit des canaux résineux entourés de cellules annexes amylières ; de plus, entremêlées aux trachéides, se trouvent d'autres cellules également remplies d'amidon (1). Les trachéides ont une plus grande section et des parois plus épaisses ; les rayons médullaires sont plus larges, plus rapprochés et formés souvent d'une double rangée de cellules. Les cellules corticales sont hypertrophiées et très amylières. On trouve dans le vieux liber des cellules scléreuses ramifiées, en moins grand nombre toutefois que dans le liber normal.

M. Gain fait à la Société la communication suivante :

SUR LA MATIÈRE COLORANTE DES TUBERCULES
ET DES ORGANES SOUTERRAINS; par **M. Edmond GAIN.**

L'étude des matières colorantes des végétaux a donné lieu à bien des controverses (2).

C'est surtout la matière colorante des fleurs qui a attiré l'attention des botanistes, et sur ce point deux théories principales ont préoccupé ceux qui ont étudié cette question.

(1) On sait que le parenchyme ligneux fait défaut dans le bois normal de Crucifère, cependant il s'en forme assez fréquemment dans le bois de Sapin, à la suite de circonstances qui peuvent à peine être considérées comme pathologiques. C'est ainsi qu'on en voit de petits amas intercalés parmi les trachéides, surtout dans les branches, sans qu'il paraisse y avoir eu lésion ; il semble que pour cela une simple perturbation dans l'activité cambiale soit suffisante. Ce parenchyme formé de cellules disposées irrégulièrement, à parois épaisses, canaliculées, renferme toujours beaucoup d'amidon, de tanin et de résine ; ce qui indique un trouble de nutrition.

(2) J.-S. Morot, in *Ann. sc. nat. Bot.*, 2^e série, t. IX; 1850.

E. Filhol, *Observ. sur la mat. col. des fleurs*, 1854 (*Compt. rendus*).

Chevreul, *Sur la couleur des fleurs*; 1854 (*Compt. rendus*).

Trécul, in *Ann. sc. nat. Bot.*, 4^e série; 1858.

Chevreul, *Moyen de nommer les couleurs*; 1861.

J. Sachs, in *Bot. Zeit.*; 1863-1865.

Hildebrand, *Die Farben der Blüthen*; 1879.

Askenasy, *Bot. Zeit.*; 1876.

Flahault, *Sur la matière colorante des végétaux*.